

BREVET D'INVENTION.

Gr. 12. — Cl. 6.

N° 847.899

Transformateur.

Société anonyme dite : LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES résidant en France (Seine-et-Oise).

Demandé le 22 décembre 1938, à 13<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 10 juillet 1939. — Publié le 18 octobre 1939.

(Demande de brevet déposée en Allemagne le 23 décembre 1937. — Déclaration du déposant.)

On sait que l'inductance de fuite d'un transformateur se manifeste comme une inductance en série qui provoque un accroissement d'affaiblissement lorsque la fréquence croît. La figure 1 représente, pour un transformateur ordinaire, la courbe d'affaiblissement qui donne la variation de l'affaiblissement  $b$  en fonction de la fréquence. L'accroissement de l'affaiblissement aux basses fréquences est provoqué par une inductance propre trop faible du transformateur. Cet inconvénient peut être supprimé jusqu'à un certain point par un enroulement avec une inductance propre de valeur appropriée.

Mais une diminution de l'inductance de fuite entraîne de grands inconvénients, en particulier quand l'impédance du transformateur à circuit ouvert doit être aussi grande que possible. L'inductance de fuite est due, comme on le sait, au flux de fuite  $\Phi$ , (fig. 2), qui embrasse seulement un enroulement ou une partie d'enroulement, elle est donc à déduire du flux de couplage qui traverse les deux enroulements I et II. Le flux de fuite est d'autant plus grand que la distance entre les différentes spires de l'enroulement I et les spires de l'enroulement II est plus grande. C'est pourquoi on tente, pour réduire les fuites, de rapprocher autant

que possible les uns des autres les enroulements I et II afin que le flux de force qui se produit lors de l'excitation de l'un des deux enroulements, entoure aussi parfaitement que possible les deux enroulements.

La fuite la plus faible peut être obtenue par l'enroulage bifilaire des deux enroulements I et II. Dans l'enroulage bifilaire des deux conducteurs des deux enroulements sont enroulés l'un à côté de l'autre, en quelque sorte comme un fil double, si bien qu'un voisinage étroit est assuré sur toute la longueur entre les différentes spires des deux enroulements. Par sa nature, l'enroulement bifilaire ne peut être employé que pour un rapport de transformation 1 : 1. Pour de plus grands rapports de transformation, dans le procédé d'enroulage bifilaire employé jusqu'ici, l'un des conducteurs doit être beaucoup plus long que l'autre, de sorte que le couplage étroit entre les deux enroulements n'est possible au plus que sur la longueur qui est déterminée par l'enroulement le plus court.

Conformément à l'invention, pour un transformateur avec un rapport de transformation  $u$  différent de 1, la fuite a été considérablement diminuée du fait que l'enroulement ayant le plus grand nombre de spires se compose d'environ  $u$  conducteurs partiels

qui s'enroulent avec un couplage aussi étroit que possible avec le ou les conducteurs partiels de l'autre enroulement et ensuite sont connectés en série en un nombre tel que l'on obtienne le nombre total désiré de spires. On obtient de cette manière un enroulement dans lequel chaque spire de l'enroulement au nombre de spires le plus petit est étroitement voisine des spires correspondantes de l'autre enroulement. Il est indiqué de câbler les conducteurs séparés des deux enroulements ensemble et ensuite de les enrouler sur le corps de la bobine ou le noyau. Il est également possible de disposer le conducteur d'un enroulement à l'intérieur des conducteurs de l'autre enroulement, de façon à obtenir une réalisation analogue à celle d'un câble à plusieurs conducteurs. Enfin on peut employer aussi pour l'enroulement ayant le plus petit nombre de spires autant de conducteurs séparés qu'il en faut pour que chacun des conducteurs de l'un des enroulements se trouve entre deux conducteurs de l'autre enroulement. Dans ce cas, les conducteurs de l'enroulement ayant le plus petit nombre de spires sont connectés en parallèle en nombre tel que l'on obtienne le nombre désiré de spires pour cet enroulement.

D'autres particularités et possibilités de réalisation conformes à l'esprit de l'invention vont être décrites sur les exemples de réalisation suivants. Si le transformateur doit comprendre par exemple des enroulements de 90 et 15 spires, correspondant à un rapport de transformation de  $u = 6 : 1$ , alors sept conducteurs ( $u + 1$ ), avant l'enroulage, seront torsadés ensemble en forme, de câble et ensuite enroulés en 15 spires autour du corps de la bobine ou du noyau en fer, suivant le cas. En connectant en série six conducteurs, on formera d'une manière simple l'enroulement primaire avec 90 spires au total, tandis que le septième conducteur représentera l'enroulement secondaire. Les distances entre les différentes spires des deux enroulements, et par suite la fuite, sont faibles. Pour obtenir une inductance de fuite encore plus faible, on peut partager aussi chacun des sept conducteurs en un grand nombre quelconque de fils simples connectés en parallèle, d'une manière analogue

aux conducteurs à torons connus, utilisés dans les applications en hautes fréquences. Les pertes dues à l'effet pelliculaire aux fréquences élevées, qui constituent souvent une perturbation, seront alors en même temps diminuées. Il est indiqué d'opérer le torsadage des fils simples de telle sorte que la distance entre les différents fils de l'enroulement primaire et les différents fils de l'enroulement secondaire soit aussi petite que possible; donc chacun des fils de l'enroulement I doit être près d'un fil de l'enroulement II.

Les sept fils de l'exemple ci-dessus peuvent être aussi assemblés d'une manière analogue à une ligne ou à un câble à plusieurs conducteurs; par exemple les conducteurs différents à connecter en série d'un enroulement, seront mis autour du conducteur du deuxième enroulement. La figure 3 représente une telle disposition. Les six conducteurs de l'enroulement II entourent concentriquement le conducteur unique de l'enroulement I. Un tel câble se composant de sept conducteurs séparés sera enroulé sur le corps de la bobine ou sur le noyau du transformateur.

L'invention n'est pas seulement applicable à des rapports de transformation entiers, mais aussi à un rapport de transformation quelconque. On peut toujours, suivant le nombre de spires nécessaire, sortir un ou plusieurs des conducteurs torsadés ensemble déjà avant la dernière ou l'avant-dernière spire. Si par exemple le rapport de transformation n'est pas, comme supposé ci-dessus, 90 : 15, mais 89 : 15, on sortira un conducteur avant la dernière des 15 spires du câble ayant six conducteurs de l'un des enroulements. On a alors 14 spires ayant chacune six conducteurs qui donnent 84 spires montées en série et une spire ayant seulement cinq conducteurs qui donne 5 spires, de sorte que l'on a au total 89 spires. D'autres rapports de transformation non entiers peuvent être obtenus d'une manière analogue.

Les différents conducteurs peuvent aussi être disposés les uns près des autres, ce qui est avantageux le cas échéant, pour de plus petits nombres de spires. La figure 4 représente un tel enroulement pour un transfor-

mateur ayant un rapport de transformation  $u \rightarrow 2 : 1$ . Les conducteurs 1 et 3 connectés en série forment l'un des enroulements et les conducteurs 2 et 4 connectés en parallèle l'autre enroulement. La figure 4 montre en même temps une autre forme de réalisation dans laquelle chacun des conducteurs est formé de trois fils connectés en parallèle. Les différents fils sont disposés l'un au-dessus de l'autre dans chaque couche.

On voit nettement l'avantage que présente le nouveau procédé d'enroulage en considérant la variation de l'affaiblissement de tension  $b$ , en fonction de la fréquence. La figure 5 montre la variation en fonction de la fréquence de l'affaiblissement d'un transformateur dont le rapport de transformation est  $25 : 13$ . Les deux enroulements du transformateur formés d'une couche chacun, sont disposés directement l'un au-dessus de l'autre, suivant la figure 5. L'affaiblissement augmente déjà beaucoup par suite de la fuite dans le domaine de fréquences d'utilisation de 150.000 à 250.000 p : s et s'élève à une valeur d'environ 0,13 N. Par l'emploi du type d'enroulement conforme à l'invention, l'accroissement de l'affaiblissement, les conditions restant les mêmes, est beaucoup plus faible (fig. 6). L'affaiblissement ne s'élève, par suite de la fuite plus faible, qu'à 0,04 N pour la même fréquence de 250.000 p : s.

L'enroulage conforme à l'invention peut toujours être avantageusement employé là

où l'inductance de fuite doit être maintenue particulièrement faible. L'invention a une importance particulière pour des transformateurs de systèmes de transmission téléphoniques à haute fréquence et pour les transformateurs des dispositifs d'aiguillages de station employés dans ces systèmes. L'invention peut aussi être utilisée pour des amplificateurs montés en push-pull dans lesquels des transformateurs ayant peu de fuite sont nécessaires en particulier pour éviter des distorsions de phase indésirables.

#### RÉSUMÉ.

L'invention se rapporte aux transformateurs pour applications téléphoniques et autres, à rapport de transformation différent de 1. Elle est caractérisée notamment par le fait que l'enroulement, à un nombre de spires le plus élevé, se compose d'environ  $u$  conducteurs partiels,  $u$  étant le rapport de transformation, lesquels sont enroulés en même temps que le ou les conducteurs de l'autre enroulement en un couplage aussi étroit que possible avec le ou les conducteurs du deuxième enroulement; les conducteurs partiels de l'enroulement au nombre de spires le plus élevé, sont ensuite connectés en série, en un nombre tel, que le nombre de spires désiré soit obtenu.

Société anonyme dite : LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES  
ET TÉLÉPHONIQUES.

